

## INTISARI

### SISTEM KLASIFIKASI SAMPAH OTOMATIS BERBASIS DETEKSI OBJEK REAL-TIME PADA *SINGLE BOARD COMPUTER* DENGAN ALGORITMA YOLO

Oleh

Ahmad Zaki Firdaus

21/479669/PA/20795

Sampah merupakan permasalahan global yang hingga kini belum terselesaikan secara menyeluruh. Setiap tahun, volume sampah yang dihasilkan manusia terus meningkat, menimbulkan dampak serius terhadap lingkungan dan kesehatan. Salah satu solusi untuk mengurangi dampak tersebut adalah melalui pengelolaan sampah yang baik dan benar, di mana pemilahan sampah menjadi tahapan krusial. Proses pemilahan bertujuan mencegah kontaminasi antarjenis sampah, yang dapat membahayakan lingkungan dan pekerja di Tempat Pembuangan Akhir. Namun, sistem pemilahan manual masih lambat dan rentan terhadap kesalahan. Permasalahan utama dalam penelitian ini adalah keterbatasan komputasi perangkat *embedded* seperti Raspberry Pi, yang menyebabkan kecepatan deteksi rendah dan *latency* tinggi, sehingga sulit dijalankan secara *real-time*. Untuk mengatasi hal ini, penelitian ini mengusulkan prototipe sistem pemilahan sampah otomatis berbasis deteksi objek, khusus untuk sampah daur ulang seperti logam dan plastik.

Sistem ini dirancang menggunakan *Single Board Computer* Raspberry Pi 5 yang terintegrasi dengan kamera Logitech C922 untuk akuisisi citra, driver PCA9685 untuk mengontrol motor servo MG996R sebagai aktuator pemilah, dan Arduino Nano untuk antarmuka tampilan LCD I2C 16x2. Model YOLO11n dioptimalkan dengan konversi ke format NCNN, menghasilkan kecepatan inferensi 8,90 FPS dengan *latency* 110 ms pada resolusi 720p. Hasil pelatihan menunjukkan akurasi *mean Average Precision (mAP)* sebesar 98,44%, membuktikan kemampuan sistem dalam mendeteksi dan memilah sampah dengan presisi tinggi. Meskipun belum mencapai standar *real-time*, sistem ini telah memadai untuk aplikasi pemilahan sampah plastik-logam skala kecil, dengan kecepatan deteksi yang tidak menjadi *bottleneck* bagi kecepatan aktuator mekanis.

**Kata Kunci:** Deteksi Objek, YOLO11, *Single Board Computer*, Raspberry Pi

## **ABSTRACT**

### ***AUTOMATIC WASTE CLASSIFICATION SYSEM REAL-TIME OBJECT DETECTION-BASED ON SINGLE BOARD COMPUTER USING YOLO ALGORITHM***

By

Ahmad Zaki Firdaus

21/479669/PA/20795

*Waste is a global problem that has yet to be fully resolved. Every year, the volume of waste produced by humans continues to increase, causing serious impacts on the environment and health. One of the solutions to reduce these impacts is through proper waste management, where waste segregation is a crucial stage. The sorting process aims to prevent contamination between types of waste, which can endanger the environment and workers in landfills. However, manual sorting systems are still slow and prone to errors. The main problem in this research is the computational limitation of embedded devices such as Raspberry Pi, which causes low detection speed and high latency, making it difficult to run in real-time. To overcome this, this research proposes a prototype of an automatic waste sorting system based on object detection, specifically for recyclable waste such as metal and plastic.*

*The system is designed using a Raspberry Pi 5 Single Board Computer integrated with a Logitech C922 camera for image acquisition, a PCA9685 driver to control the MG996R servo motor as the sorting actuator, and an Arduino Nano for the 16x2 I2C LCD display interface. The YOLO11n model was optimized by conversion to NCNN format, resulting in an inference speed of 8.90 FPS with a latency of 110 ms at 720p resolution. The training results show a mean Average Precision (mAP) accuracy of 98.44%, proving the system's ability to detect and sort waste with high precision. Although it has not reached real-time standards, the system has been adequate for small-scale plastic-metal waste sorting applications, with the detection speed not being a bottleneck for the speed of the mechanical actuators.*

**Keywords:** *Object Detection, YOLO11, Single Board Computer, Raspberry Pi*